

Farklı Torç Açılarında Alın Birleştirme Formunda CMT-Lehimlenen Çinko Kaplı DP800 Çelik Plakaların Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi

*¹İbrahim Acar, ¹Faruk Varol, ²Salim Aslanlar, ve ³Cihan Yakupoğlu

¹Karasu Meslek Yüksek Okulu, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya, Türkiye

²Malzeme ve Metalurji Mühendisliği, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya, Türkiye

³Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya, Türkiye

Özet

Bu çalışmada, 1 mm kalınlığındaki DP800 (Çift Fazlı) çelik plakalar bakır esaslı (CuAl8) ilave tel kullanılarak CMT-lehimleme (Soğuk Metal Transferi) tekniği ile birleştirilmiştir. Numuneler alın birleştirme formunda hazırlanmıştır. CMT-lehimleme işlemi torç açıları 50°, 60°, 70°, 80° ve 90° olmak üzere 5 farklı değerde yapılmıştır. Dolgu metali olarak büyük oranda bakırdan oluşan CuAl8 teli kullanılmıştır. CMT-lehimleme işlemi gerçekleştirildikten sonra; numunelerin gerilme özellikleri saptanmış ve DP800 çelik sacının CMT-lehimleme tekniği ile birleştirilebilirliğini görmek için birleşme noktalarının mikro ve makro görüntüleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: CMT-Lehimleme, DP 800 (Çift Faz) Çelik

Investigation of Mechanical Properties of Butt Joint Form in CMT-Brazed Joints of DP800 Thin Zinc Coated Steel Plates Using Different Torch Angles

Abstract

In this study, DP800 (Dual Phase) steel plates having 1 mm thickness were joined by copper-based (CuAl8) wire in CMT-brazing (Cold Metal Transfer) technique. Specimens were prepared in joining forms as butt joint. CMT-Brazing operations were done with five different CMT-Brazing torch angle of 50°, 60°, 70°, 80° and 90°. CuAl8 wire composed largely of copper serves as the filler metal were used. Having accomplished the CMT-brazing operations; tensile properties of joints were detected, and micro and macro-structures of joints were investigated in order to see the joinability of DP800 steel by CMT-brazing technique.

KEYWORDS: DP800 Steel, CMT-Brazing, Cold Metal Transfer

1. Giriş

Son yıllarda otomotiv endüstrisinde kullanılan malzemelerin seçiminde hafiflik, güvenlik, düşük yakıt tüketimi ve düşük karbonmonoksit salınımı gibi kriterler dikkate alınmaktadır. Bu nedenlerden dolayı mukavemet bakımından güçlü aynı zamanda istenilen kriterleri sağlayabilen yüksek mukavemetli çeliklere ilgi artmıştır [1-2-9]. DP (Dual Phase) çift fazlı çelikler sünekliği sağlayan ferrit yapı ve mukavemet artırıcı etkisi bulunan martenzit yapıdan oluşmaktadır. Ayrıca DP çeliği çekme mukavemetinin yüksek oluşu sebebiyle otomobil tekerleklerinde, yan panellerde, aks bağlantı parçalarında ve güçlendirme parçaları gibi çarpışmaya maruz kısımlarda kullanılmaktadır [3-4-6]. Varol yapmış olduğu çalışmalarda TRIP 800 çelik sacını farklı akım şiddetlerinde birleştirmiş, aynı zamanda TRIP 800 ve DP 600 çelik saclarının farklı torç açılarında birleşme özelliklerini incelemiştir [7-8].

Bu çalışmada DP 800 çelik sacının CMT-lehimleme ile birleştirilmesinde farklı torç açılarındaki mekanik ve iç yapı özellikleri incelenmiştir.

2. Deneysel Çalışmalar

2.1 Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada deney malzemesi olarak otomotiv sanayisinde çok fazla kullanım alanı olan DP 800 çeliği kullanılmıştır. Çelik sac 1mm kalınlığında ve galvaniz kaplanmıştır. Tablo 1’de deney numunesinin kimyasal bileşenleri, Tablo 2’de ise mekanik özellikleri verilmiştir.

Tablo1. DP 800 kimyasal bileşenleri

| Fe | C | Si | Mn | P | S |
|--------|---------|--------|-------|---------|---------|
| %Kalan | %0,1028 | %0,502 | %2,32 | %0,0156 | %0,0023 |

Tablo 2. DP 800 Mekanik özellikleri

| Akma Gerilmesi (σ_{Ak}) | Maksimum Gerilme (σ_{max}) | Uzama | Pekleşme üsteli (n) | Kaplama Ağırlığı (Zn) |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------|---------------------|---------------------------|
| 477 Mpa | 820 Mpa | %21 | 0,18 | 62-62,7 gr/m ² |

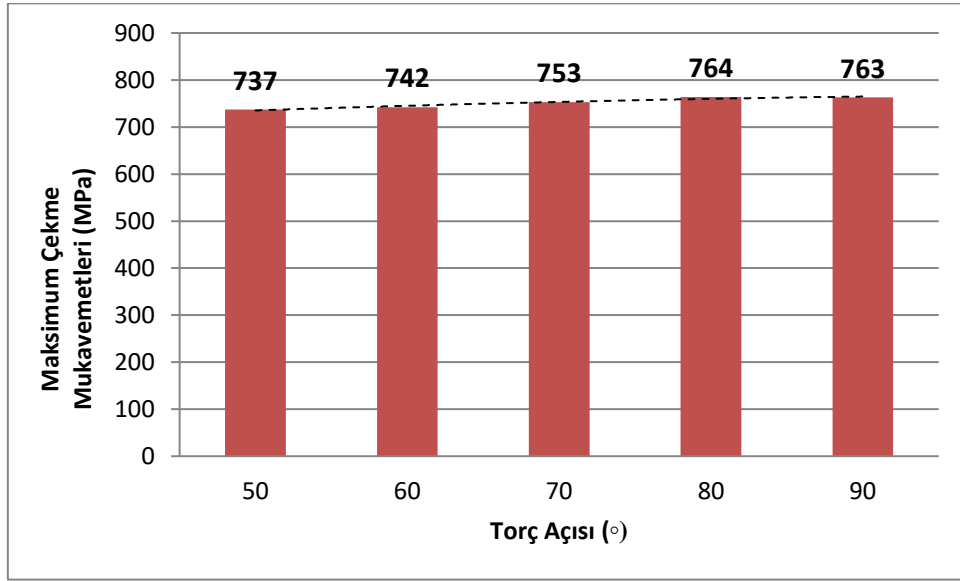
CMT-lehimleme yönteminde bağlantı elemanı olarak 1 mm çapında CuAl₃ bakır tel kullanılmıştır. Deney numuneleri 200x200x1 mm kesilerek 50⁰-60⁰-70⁰-80⁰ farklı torç açılarında alın birleştirme yöntemiyle lehimleme işlemi yapılmıştır. Bu deneylerde Argon gazı kullanılmış ve 12 Lt/dk gaz akış debisi sağlanmıştır. Akım değeri olarak 60A belirlenmiştir. Lehimleme işlemi yapılmadan önce deney numunelerinin yüzeyleri aseton ile temizlenmiş ve birleştirme işlemine hazır hale getirilmiştir.

3. Deneysel Sonuçlar

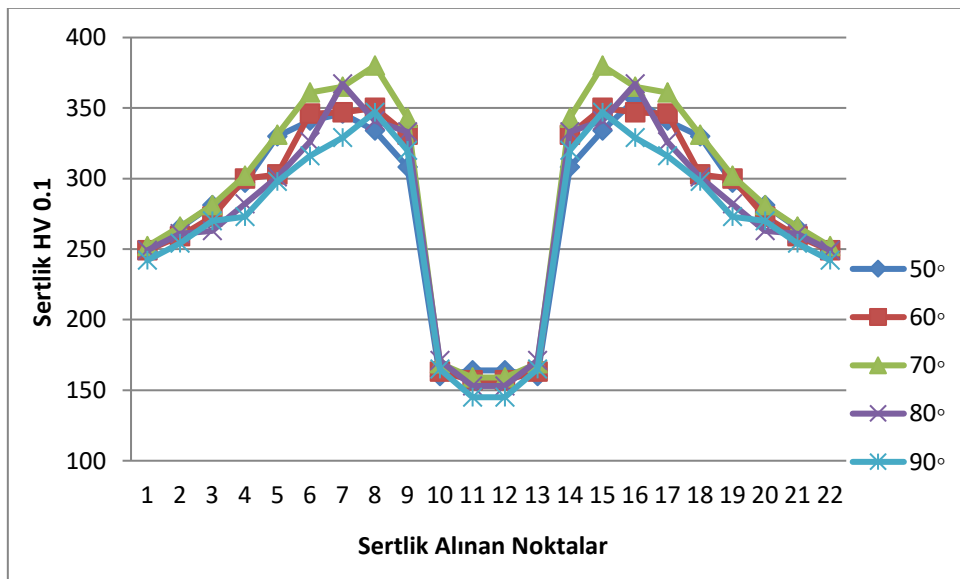
Deneyler alın birleştirme yöntemi ile farklı torç açıları kullanılarak yapılmış ve plakalar standart çekme numunesi ölçülerine göre lazer kesim ile kesilmiştir. Ayrıca her numunenin lehim bölgesinden başlamak üzere 0,5 mm aralıklarla Şekil 2’de 1-11 aralığında ana malzemeye kadar sertlik değerleri ölçülmüştür.

3.1 Çekme Deney Sonuçları

Torç açısı ile mukavemet arasındaki bağıntı Şekil 1'de gösterilmiştir. Maksimum çekme gerilmesi (σ_{max}) değerinin 80^0 ve 90^0 torç açısı değerinde 764 MPa ve 763 MPa olarak ölçülmüştür. En küçük çekme mukavemeti değeri 50^0 'lik torç açısı ile yapılmış numunede 737 MPa olarak ölçülmüştür. Daha düşük torç açıları ise birleşmenin olmadığı tespit edilmiştir. Böylece en yüksek gerilme değerinin 80^0 'lik torç açısında elde edildiği saptanmıştır.



Şekil 1. DP 800 Birleşme Bölgesinde Maksimum Çekme Mukavemeti- Torç Açısı Grafiği



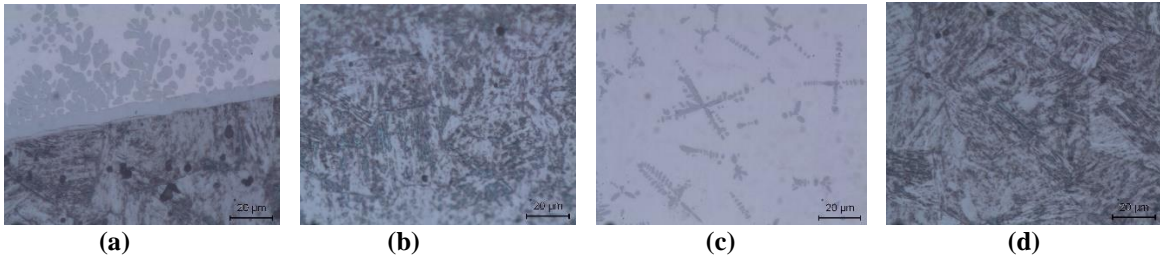
Şekil 2. Sertlik Değerleri

3.2 Sertlik Test Sonuçları

Şekil 2’de farklı torç açıları elde edilmiş sertlik değerleri grafiği gösterilmiştir. Sertlik sonuçlarının en yüksek değeri ITAB (Isı Tesiri Altındaki Bölge) bölgesinde daha sonra ana malzemede ve en düşük ise lehim bölgesinde olduğu görülmüştür. Lehim bölgesinde 145-170 Hv, ITAB bölgesinde 300-380 Hv arasında değişiklik göstermiş ve ana malzemeye doğru gidildikçe sertlik değerinin düştüğü gözlemlenmiştir.

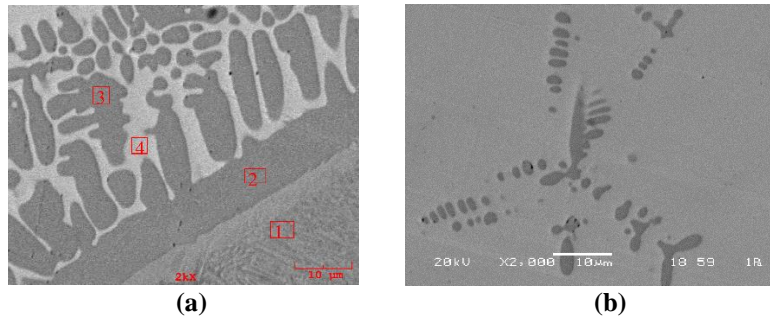
3.3 Mikroyapı

Şekil 3’te deney numunelerinin mikro yapıları, ara bölge, uç bölge, ITAB ve lehim bölgesi olarak farklı şekillerde gösterilmiştir. Atomların ana malzemeden lehim bölgesine difüzyon ile geçişi gözlemlenmiştir. Lehim bölgesinde oluşan dentritler açıkça görülmektedir. Ana malzemede ise sıcaklık tesiri ile tane boyutlarının büyüdüğü görülmektedir. Bu tane büyüklüğü dayanımın düşmesine neden olmaktadır.



Şekil 3. Mikro Yapı Görüntüleri, a)Ara bölge, b)ITAB, c)Lehim bölgesi, d)Uç bölge

Torç açısı 80^0 olan numunenin taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile alınan görüntüsü Şekil 4’te verilmiştir. Şekil 4-a’da ana malzeme, ara bölge ve lehim bölgesi beraber gösterilmiştir. Şekil 4-b’de ise lehim bölgesinde oluşan dentritler görülmektedir. Deney esnasında ana malzeme yüzeyinden lehim bölgesine doğru ısının etkisi ile geçiş sağlayan demir (Fe) atomları bu dentritleri oluşturmuştur. Tablo 3’te oluşan bu dentritlerdeki kimyasal oran değişimi açıkça görülmektedir.



Şekil 4. CuAl₈ bakır tel ile CMT-lehimlemesi yapılan deney numunelerinin SEM görüntüleri

Tablo 3. EDS analiz sonuçları

| Analiz Noktaları | Elementler (%) | | | | | |
|------------------|----------------|-------|-------|--------|-------|--------|
| | C | Si | Mn | Fe | Al | Cu |
| 1 | 0,101 | 1,463 | 1,233 | 96,144 | - | - |
| 2 | - | 1,651 | 0,586 | 81,412 | 5,284 | 10,929 |
| 3 | - | 1,749 | 0,461 | 78,205 | 7,302 | 12,118 |
| 4 | - | 0,346 | 0,182 | 21,845 | 8,651 | 68,847 |

Sonuçlar

Otomotiv endüstrisinde çokça kullanılan DP800 çelik sacının CMT-lehimleme yöntemi ile farklı torç açıları kullanılarak yapılan deneylerde ana malzemedeki ergime yok denilecek kadar az olduğu gözlemlenmiştir. Bu deneylerden aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Torç açısı değerlerinin farklı olması mukavemet değerlerini etkilemiş ve en yüksek mukavemet değeri 80°lik torç açısında 764 MPa olarak ölçülmüştür.
- Mikroyapı ve SEM analizlerinde sıcaklık etkisi ile ana malzemeden kopan Fe atomlarının lehim bölgesine doğru geçerek dentritleri oluşturmuş ve bu oluşan dentritlerin yoğunluğu mukavemeti etkilediği gözlemlenmiştir.
- CMT-lehimleme esnasında ısı girdisi olmasından dolayı ITAB bölgesinde sertlik yüksek çıkmış ve ana malzemeye doğru düzgün şekilde sertliğin düştüğü görülmüştür.

Referanslar

- [1] Kılıç, S., Öztürk, F. (2016) “Ticari TWIP900 ve DP600 Yüksek Mukavemetli Çeliklerin Otomotiv Endüstrisindeki Performanslarının Karşılaştırılması” Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 31:3 sf.567-578.
- [2] Varol, F., Ozsarac, U., Aslanlar, S., Onat, A., Ekici, M., Ferik, E. (2015) “Influence of Current Intensity and Heat Input in MIG-Brazed Joints of DP 600 Thin Zinc Coated Steel Plates” Acta Physica Polonica Vol.127, 968-971.
- [3] Hayat, F. (2010) “TRIP Çeliklerinin Otomotiv Endüstrisinde Kullanımının İncelenmesi” Gazi Üni. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt25, No 4, 701-712.
- [4] Farabi, N., Chen, D.L., Zhou, Y. (2011) “Microstructure and Mechanical Properties of Laser Welded Dissimilar DP600/DP980 Dual-Phase Steel Joints” Journal of Alloys and Compounds 509, 982-989.
- [5] Şen, M., Yıldırım, E., Çebi, H., Özdemir, C. (2015) “Çift Fazlı Çeliklerden Üretilen Otomotiv Sac Parçalarının Dizaynında Geri Esnemeyi Optimize Edebilmek İçin Sac Kalınlığına Bağlı Olarak Büküm Radyüslerinin Belirlenmesi” Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt: 12, No:2, 75-95.
- [6] Ulu, S. (2009) “Çift Fazlı Çelikler” Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt:6, No:3, 100-113.
- [7] Varol, F., Ferik, E., Ozsarac, U., Aslanlar, S. (2013) “Influence of Current Intensity and Heat Input in Metal Inert Gas- Brazed Joints of TRIP 800 Zinc Coated Steel Plates” Materials and Design, 52, 1099-1105.
- [8] Varol, F., Ekici, M., Ferik, E., Ozsarac, U., Aslanlar, S. (2015) “Investigation of Mechanical Properties of MIG-Brazed TRIP 800 Steel Joints Using Different Working Angles” Acta Physica Polonica, Vol.127 965-967.
- [9] Wang, X.N., Sun, Q., Zheng, Z., Di, H.S. (2017) “Microstructure and Fracture Behavior of Laser Welded Joints of DP Steels With Different Heat Inputs” Materials Science & Engineering, 699, 18-25.